

# DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA RIEGO Y SISTEMA AGRÍCOLA TRADICIONAL DE TRES COMUNIDADES DEL DISTRITO DE ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ, OAXACA

*Isabel Selene Benítez Ávila<sup>1</sup>*  
*Rosalía Camacho Lomeli<sup>2</sup>*

## RESUMEN

El agua representa el recurso más importante dentro de la actividad agrícola, sin embargo en las últimas décadas dicho recurso se ha visto limitado debido a diversas causas, como son: crecimiento poblacional, deforestación, descarga directa de aguas residuales y agroquímicos, entre muchas otras. Este trabajo se centra en conjuntos de producciones agrícolas individuales con recursos básicos y medios familiares de sustento y con diversas estrategias de desarrollo. Se presentan los casos de La Ciénega de Zimatlán, Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana, en el distrito de Zimatlán de Álvarez, Oaxaca, comunidades que cuentan con más del 70% de hogares agrícolas. La investigación se realiza con la finalidad de identificar los factores que determinan la disponibilidad de agua para riego, así como reconocer las características del sistema agrícola de la región. El análisis estadístico básico se realiza con datos secundarios y datos primarios, recabados a través de entrevistas dirigidas a actores clave. Debido a la transformación en la calidad del agua del río Atoyac, afluente común en la zona de estudio, la investigación refiere únicamente a seis pozos de la Ciénega, ubicados cerca del afluente, dos pozos de Quiané y dos de Quialana. Para el análisis de la disponibilidad de agua, se analizan los siguientes factores de los pozos: volumen de extracción de agua anual, superficie de riego, profundidad y distancia al río. En cuanto a las características del sistema agrícola, sobresalen elementos como, el sistema de riego por aspersión, que es un indicador del cuidado del agua; el uso de maquinaria, vista como una estrategia de adaptación para agilizar el proceso de producción; así como el uso de químicos, como una variable importante para asegurar la cosecha.

**CONCEPTOS CLAVE:** 1. Unidades de riego 2. Disponibilidad de agua 3. Sistema agrícola

---

<sup>1</sup> Maestra en Ciencias, Instituto Tecnológico de Oaxaca (ITO), [ene.b.a1218@gmail.com](mailto:ene.b.a1218@gmail.com)

<sup>2</sup> Doctora en Geografía, ITO, [rosaliacam.ito@gmail.com](mailto:rosaliacam.ito@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación surge del interés por evidenciar la problemática socioambiental del agua a la que se enfrentan gran parte de las comunidades agrícolas tradicionales de nuestro país en la producción de alimentos para autoconsumo o para venta, puesto que, la agricultura es el sector que consume mayor cantidad de agua dulce. Además, como lo plantea el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el aumento poblacional, la urbanización, la expansión de la agricultura, las malas prácticas agrícolas y la contaminación de las fuentes hídricas han hecho que el agua dulce y particularmente, el agua agrícola, sea un bien cada vez más escaso y demandado. Por ello, el acceso a este recurso natural resulta de primera importancia para los sectores más vulnerables de la población, debido a la carencia de infraestructura hidráulica y al bajo desarrollo económico al que se enfrenta gran parte de la población rural, además de recurrir a la agricultura como el medio para asegurar la satisfacción de necesidades básicas en la unidad familiar.

## MARCO TEÓRICO

### Disponibilidad del agua

Anualmente llueven 110 000 km<sup>3</sup> de agua, de los cuales 70 000 se evaporan, el resto está distribuido de manera desigual en las distintas zonas de la Tierra y dos terceras partes de ellos se pierden. La región donde se concentra la mayor parte de agua dulce disponible que proviene de la precipitación es América Latina. Sin embargo, de 105 000 m<sup>3</sup> de agua disponible por habitante latinoamericano que existía en el año 1950, se redujo a menos de la mitad en 1980 y, para el año 2000 habría llegado a ser apenas una cuarta parte de lo que era 50 años antes (IICA, 2017). A nivel nacional para el año 2016, se recibe aproximadamente 1 449 471 millones de metros cúbicos de agua anual en forma de precipitación. De este total, se estima que el 72.2% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, el 21.5% (359 041 hm<sup>3</sup>) escurre por los ríos o arroyos, que constituyen una red hidrográfica de 633 mil kilómetros de longitud, en la que destacan 51 ríos principales por los que fluye el 87% del escurrimiento superficial del país y cuyas cuencas cubren el 65% de la superficie territorial continental del país; y el 6.3% (91 788 hm<sup>3</sup>) restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos (CONAGUA, 2017).

Según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2017), el agua ofrece cuatro importantes beneficios económicos a las sociedades. El primero es el uso privado del que se benefician las personas que la beben o utilizan para cocinar y en su higiene, así como la industria. El segundo es su utilización para eliminar residuos urbanos, industriales y agrícolas. El tercero es el uso recreativo de mares, lagos y ríos, en deportes y actividades acuáticas. El último es el que ofrece como hábitat de peces y flora que representan una actividad económica para distintos grupos humanos. Un claro ejemplo de los beneficios del uso del agua se refleja en el agua subterránea que no solo es recargada con agua de lluvia sino también por nieve derretida o de agua que gotea por el fondo de lagunas y ríos, o puede recargarse cuando el sistema de agua pasa por una fuga o se riegan los cultivos agrícolas con demasiada agua (IGRAC, 2015). Además, puede ser colectada mediante perforaciones -acuíferos-, túneles o galerías de drenaje (Ordoñez, 2011).

La importancia de esta fuente de agua se relaciona con la magnitud del volumen utilizado por los usuarios, debido a que el 39% (33 819 m<sup>3</sup> por año al 2016) del volumen total concesionado para uso consuntivo proviene del agua subterránea, y de éste, el uso agrícola es el que utiliza mayor cantidad de agua, al reportar 23 840 hm<sup>3</sup> (70.3%) en comparación con el abastecimiento público, la industria autoabastecida y la energía eléctrica. Además, a nivel estatal, Oaxaca reporta una situación similar a la

nacional, al reportarse 1 033.1 hm<sup>3</sup> para uso agrícola, volumen que representa el 77.3% del total concesionado para el año 2016.

Cabe mencionar que, el uso agrícola se refiere principalmente al agua utilizada para el riego de cultivo (CONAGUA, 2016), la cual puede disponerse por medio de pozos profundos ubicados en unidades de riego, que son áreas agrícolas con infraestructura y sistemas de riego distintos entre sí, integradas por asociaciones de usuarios u otros productores organizados para prestar el servicio de riego con sistemas de gestión autónoma aprobados por los mismos integrantes.

Queda claro que, el agua subterránea juega un rol significativo en la economía, al ser el recurso más importante para riego y la industria alimentaria, sin embargo, las formaciones geológicas en las que se encuentran contenidas están siendo amenazadas por la contaminación provocada por la urbanización, el desarrollo industrial e incluso por las mismas actividades agrícolas (Banco Mundial, 2002). De esta manera se refleja que las actividades humanas repercuten en la reducción de la calidad del agua, como sucede con las fuentes superficiales y/o pozos ubicados a escasos metros de ríos y que son utilizados para el riego agrícola. Una evidencia de contaminación es el caso del río Atoyac, que recorre gran parte de la zona urbana de la ciudad de Oaxaca, y que al pasar diversas poblaciones ubicadas aguas abajo, afecta el agua disponible para actividades del sector primario, principalmente.

### **Sistema agrícola tradicional**

Los agricultores han creado y/o heredado sistemas complejos de agricultura que, durante siglos, los han ayudado a satisfacer sus necesidades de subsistencia, incluso bajo condiciones ambientales muy diversas (Altieri, 1999), ya que, desde tiempos remotos, la agricultura ha permitido al hombre garantizar su alimentación tras domesticar plantas y animales, de manera tal que ha sido capaz de modificar el entorno natural a su beneficio (FAO, s.f). En este sentido, las transformaciones han sido permanentes y han dado como resultado la denominación de agroecosistemas, los cuales se refieren a los ecosistemas en los que el ser humano ha ejercido deliberadamente una selectividad sobre la composición de los organismos vivos.

Por ello, la agricultura tradicional entendida como aquella que tiene la peculiaridad de estar basada en un método empírico espontáneo de obtención de conocimientos y en formas tradicionales de transmisión, conservación y cambio de dichos conocimientos, además de tener un vínculo con los agricultores de bajos recursos económicos, lo que establece un modo de producción predominante de consumo (Leaños, 2006), se ha mantenido vigente, aunque con ciertas modificaciones en el sistema. Por su parte, Gliessman, et al. (2007) hace referencia a que las sociedades han creado agroecosistemas bajo métodos tradicionales heredados de generación en generación, conformando un tipo de agricultura de subsistencia (tradicional, campesina o rural) definida esencialmente por las actividades de producción y consumo adaptadas a las condiciones locales, y por un nivel técnico y tecnológico bajo. Dicha descripción se asemeja a la agricultura practicada en comunidades rurales o semiurbanas del estado de Oaxaca, donde los agricultores aseguran la producción para autoconsumo o consumo familiar, y los pequeños excedentes de esta se emplean para la venta. Lo anterior coincide con la propuesta de Martínez (2008), quien enfatiza que el campesino tradicional da prioridad a la satisfacción de necesidades básicas sociales y la preservación del ambiente natural, por medio de actividades agrícolas de subsistencia o economía simple. Esta perspectiva se relaciona con lo expuesto por Cumare y Baduel (2008), quienes concluyen que hasta hace unas décadas la agricultura tradicional significaba la defensa de la biodiversidad y la garantía de alimentación tanto para las familias como para los animales que allí se tenían. Además, el trabajo era realizado por la familia o entre vecinos, reivindicando el convite y cooperativa, y se utilizaban instrumentos sencillos como escardillas, palas, picos, machetes, hoz, entre otros. Sin embargo, con el

paso de los años la práctica agrícola ha presentado variantes en su proceso, derivadas de la incorporación de sistemas modernos, que reducen la participación de la mano de obra.

Bajo este panorama, es importante destacar que el criterio más importante para identificar a la población tradicional o premoderna de la actualidad es el de la escala de la producción, que es un rasgo importante del uso tradicional de la naturaleza y el uso exclusivo de la energía solar (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Lo anterior debido a que, aunque se emplee el uso de tecnologías, la apropiación de éstas solo cubre una determinada proporción del trabajo realizado en la actividad agrícola, manteniendo en mayor proporción el proceso tradicional como un medio para asegurar la subsistencia de la población.

La situación antes descrita deriva del análisis de la modernización de espacios rurales del mundo propuesta por Pretty (1995), ocurrido durante la segunda mitad del siglo XX, que ha hecho posible distinguir tres tipos de agricultura: 1) la industrial, que domina en países desarrollados, con enfoques comerciales, uso de tecnologías y la introducción de variedades mejoradas; 2) las prácticas agrícolas de la Revolución Verde que sigue el eje de la industrial, concentrándose en la agricultura de irrigación en las tierras bajas en el Tercer Mundo; y 3) la agricultura tradicional, caracterizada por la diversidad de cultivos, el uso de bajos insumos externos, trabajo manual y el uso de tecnologías adaptadas in situ orientadas a la conservación de los recursos locales. Sin embargo, desde 1987 como lo plantea Gene (citado en Hernández, 1988), el término de agricultura tradicional derivó de la forma en que se difunden los conocimientos, y se distingue por lo reducido de la cantidad y la calidad de la energía usada en el agroecosistema; además, predomina en las tierras agrícolas del mundo con climas favorables o marginales para la producción.

La tercera característica planteada por Gene, la retoman Toledo y Barrera-Bassols (2008), al describir que los sistemas agrícolas tradicionales se distribuyen sobre diversos paisajes: zonas semiáridas cálidas, zonas tropicales húmedas y áreas montañosas, que son habitadas por campesinos o comunidades indígenas que constituyen las unidades de producción y que son los usuarios directos del bosque y del agua. Estos autores plantean que la producción agrícola implica una gran diversidad de productos (alimentos, instrumentos domésticos y de trabajo, medicinas, forrajes para los animales), que les permiten lograr intercambios económicos o en especie. Lo anterior se refiere a la obtención de bienes por medio de la venta de sus productos excedentes y, en algunos casos por el intercambio de productos.

En consecuencia, la investigación propuesta se enfoca en comunidades de clima subcálido semiárido ubicadas en la región Valles Centrales, donde predomina la agricultura. Esta actividad les permite, a través del cuidado y aprovechamiento de sus recursos, mantener vigente el conocimiento tradicional implementado, satisfacer sus necesidades básicas de alimentos y recuperar parte de la inversión a través de la venta de excedentes.

En concreto y como lo propone la FAO (s.f), se entenderá por sistemas agrícolas a los conjuntos de explotaciones agrícolas individuales con recursos básicos, pautas empresariales, medios familiares de sustento y limitaciones en general similares, a los cuales corresponderían estrategias de desarrollo e intervenciones parecidas. Además de precisar que la clasificación de dichos sistemas de las regiones en desarrollo se ha fundado en los siguientes criterios:

- 1) recursos naturales básicos disponibles: agua, tierras, zonas de pastoreo y de bosques, clima, altitud, paisaje, pendiente, dimensión de la finca, régimen y la organización de la tenencia de la tierra; criterio que coincide con la propuesta de Toledo y Barrera-Bassols (2008).

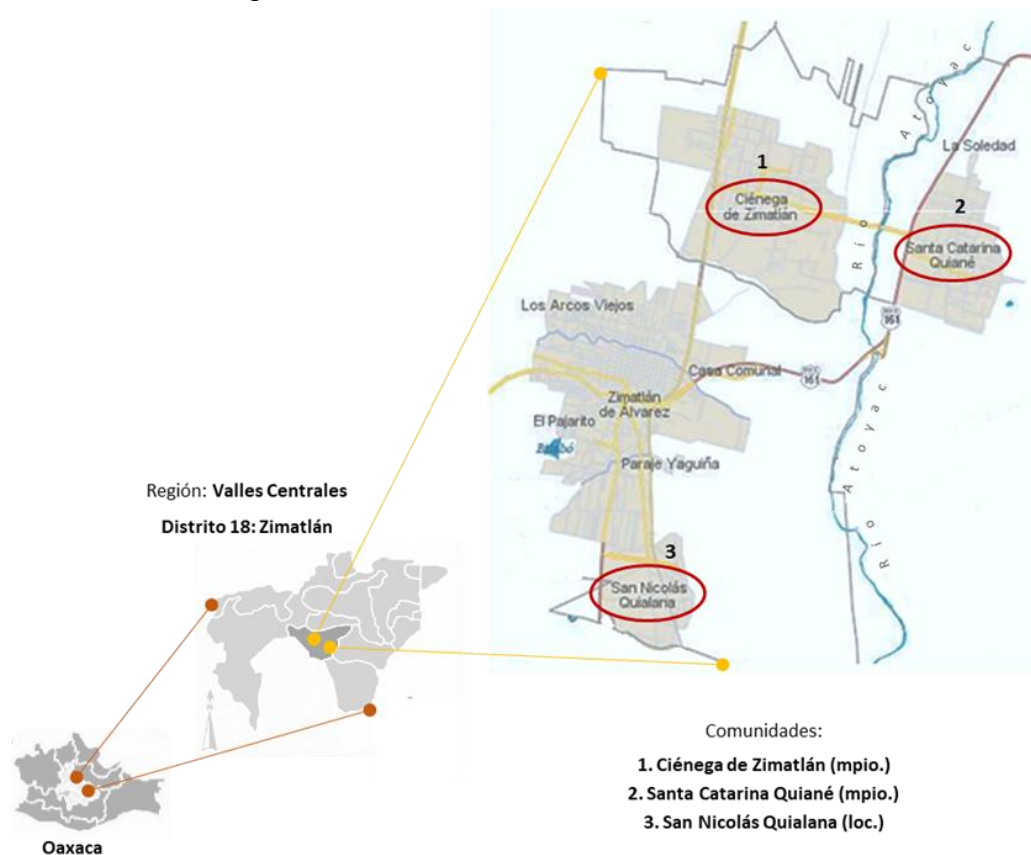
2) la pauta dominante de las actividades agrícolas y de los medios de sustento de las familias, dentro de los cuales se contemplan las principales tecnologías empleadas, que permitan la intensidad de la producción y la integración de los cultivos, el ganado y otras actividades.

Relacionado lo antes expuesto, la necesidad de proveer alimentos a una población cada vez más creciente, hace voltear la mirada hacia esta actividad primaria (agricultura), debido a su función de suficiencia alimentaria (Ayala y García, 2009). Dicha situación, se vuelve cada vez más preocupante en México, debido al deterioro y agotamiento de los soportes materiales de ésta, principalmente el suelo y el agua, así como a la disminución de la producción, de acuerdo con la información reportada por Ramírez (2010). Esto indica que, para proveer suficiente alimento debe existir agua disponible, no solo en cantidad sino en calidad suficiente, por ello resulta necesario considerar el cambio de patrones de uso de esta. Sobre todo, en la actividad agrícola de riego, que utiliza el agua como un medio para aumentar la productividad de los cultivos.

## METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en el estado de Oaxaca, en la región Valles Centrales, particularmente en el distrito 18 Zimatlán de Álvarez, que se caracteriza por contar con comunidades donde predomina la actividad agrícola. Ejemplo de ello son los tres casos de estudio: La Ciénega de Zimatlán, Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana (Figura 1), donde el 89%, 98% y 75% de hogares cuentan con productores agrícolas. Se captó información primaria a partir de la aplicación de entrevistas estructuradas y semiestructuradas dirigidas a actores clave, como son: autoridades municipales, presidentes de comités de agua de riego y a una muestra representativa de productores agrícolas.

**Figura 1. Localización de las comunidades de estudio.**



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, y mapas de INEGI, 2019.

El primer cuestionario (entrevista estructurada) dirigida a autoridades municipales se construyó con la finalidad de captar la información general respecto a las características sociodemográficas, la actividad agrícola e información referente al patrimonio biocultural de la comunidad; el segundo cuestionario (entrevista semiestructurada) dirigida a los presidentes de los comités de agua de riego se realizó para obtener información referente al sistema agrícola y la organización de los comités para atender las demandas de los socios de cada unidad de riego; y el tercer y último instrumento es una segunda entrevista estructurada dirigida a productores agrícolas de cada unidad de riego. La finalidad de éste, es obtener información general sobre los terrenos de cultivo, la opinión de los actores clave sobre las transformaciones en el proceso agrícola que llevan a cabo y la posible influencia del río Atoyac en la contaminación de los terrenos de cultivo y/o agua de riego.

La información primaria captada en los meses de marzo a mayo del 2019 se integró en hojas de cálculo de Excel para obtener tres bases de datos correspondientes a cada actor clave. Se realizó un análisis estadístico de las variables cualitativas y cuantitativas, para construir tablas de frecuencias, diagramas de barras y emplear medidas de tendencia central con apoyo del programa SPSS versión 21, para resumir la información y comprender el comportamiento de las variables.

El trabajo de campo en las comunidades de estudio también cubrió un recorrido en las comunidades para ubicar las unidades de riego y terrenos de cultivo. La georeferenciación se llevó a cabo en la plataforma de Google Earth y con información secundaria emitida por Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el Registro Público de Derechos del Agua (REPD), consultada en marzo del 2019.

## **RESULTADOS**

Las comunidades de estudio tienen en común el uso y aprovechamiento del agua a través de pozos para dotar de agua potable a la población y de riego a los agricultores. Estos pozos son concesionados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que clasifica a los consumidores de agua en tres sectores: agrícola, abastecimiento público e industrial. Aunado a ello, y de acuerdo con la información publicada en el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, emitido por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2016) se evidencia que el sector que más creció en cuanto a volumen concesionado de uso consuntivo fue el de abastecimiento público, que se incrementó 30.7% entre 2001 y 2015, mientras que el sector agrícola e industrial aumentaron 15.8% y 19.4%, respectivamente, en el mismo periodo de tiempo.

### **Unidades o pozos de riego**

Los pozos para riego agrícola ubicados en las tres comunidades de estudio son administrados por comités, los cuales son elegidos en asamblea con los socios agricultores, en función del mayor número de votos. Estos se integran por: un presidente, un tesorero, un secretario y 3 vocales, miembros que se renuevan cada 2 años ante la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Los miembros del comité son responsables de la organización del riego, el pago de luz y la reparación de fugas o problemas referentes al sistema distribución de agua.

La renovación de las concesiones de las unidades de riego está a cargo del presidente de cada comité, misma que se realiza ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) al término de 10 años. Al tener como referencia la base de datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPD), donde se especifican las características más relevantes de las unidades registradas, se determina que la zona de estudio se ubica dentro de la región hidrológica 20 Costa chica de Guerrero. Derivado de esta información se encontró que, la Ciénega de Zimatlán cuenta con un registro de 153 pozos, de los cuales 12 pertenecen a asociaciones de usuarios y/o unidades de riego, que como su nombre lo indican son

utilizadas para el riego agrícola. De estos pozos, 6 se localizan entre 350 y 1400 metros de distancia del río Atoyac (Figura 2), información que coincide con lo expuesto por los actores clave entrevistados.

Cabe destacar que la investigación se centra en los pozos cercanos al río Atoyac, el cual se ha visto afectado por el crecimiento poblacional de la ciudad de Oaxaca, la incorporación del drenaje y la descarga directa de las aguas residuales a este afluente superficial. Dicho cambio en la calidad del río se ha percibido desde hace 30 años. Este acontecimiento de contaminación coincide con lo reportado por Ramos- Herrera, et. al. (2012), al describir que en los últimos años la demanda de agua potable en las grandes ciudades ha incrementado, como en el caso de Tabasco, debido, en gran medida, al incremento de la población. Por otro lado, como lo reportan Bravo-Inclán, Izurieta Dávila y Hernández López (2014), el río Atoyac del estado de Oaxaca presenta alteración en su calidad del agua atribuible a las descargas de agua residual municipal e incluso al impacto por su paso a través de la ciudad de Oaxaca, el río Salado y la zona conurbada sur de la ciudad y la deforestación en sus cuencas de aportación.

**Figura 2. Distancia de las Unidades de riego La Ciénega de Zimatlán al río Atoyac.**



**Fuente: Elaboración propia en Google Earth Pro, 2019.**

Aunado a este problema socioambiental, es importante mencionar que se trata de pozos construidos desde el año 1973 hasta 1990, los cuales se han visto afectados por la cercanía al afluente, ya que, de acuerdo con la información captada, se han realizado reposiciones en los años 2000 y 2010, y están previstas más reposiciones a corto plazo.

El municipio Santa Catarina Quiané tiene 11 pozos concesionados para uso público y agrícola. De éstos, dos están registrados como unidades riego y se ubican a 180 y 460 metros, aproximadamente, del río Atoyac (Figura 3). Se trata de un pozo construido en 1989 y otro construido en 1992 pero repuesto en el año 2000 y nuevamente en 2012, esto debido a la cercanía con el río Atoyac y al colapso de tuberías.





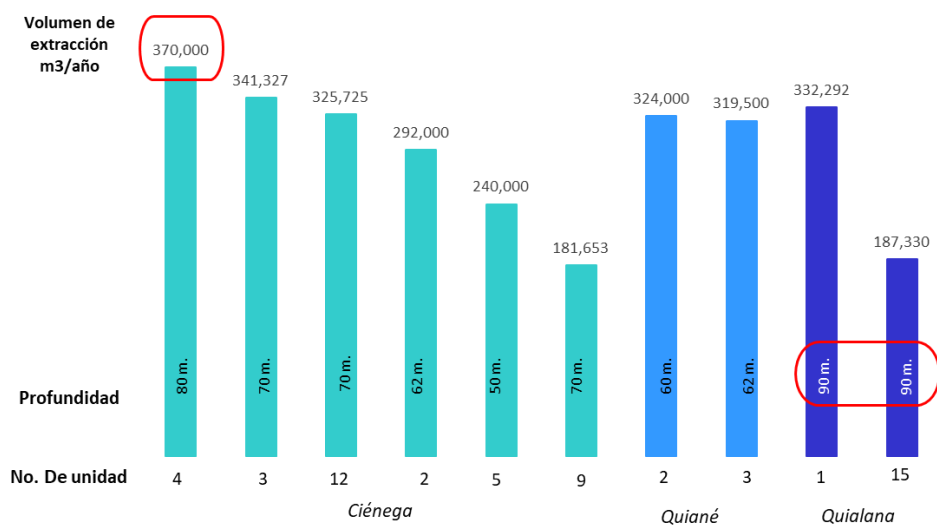


Adicional a la ubicación de los pozos, otra característica importante es la profundidad, ya que depende de la distancia a la que se encuentre agua subterránea y/o los mantos acuíferos. En el caso de la Ciénega de Zimatlán los pozos se encuentran, en promedio, a 60 metros por debajo de la superficie, en Santa Catarina Quiané a 60 metros y en San Nicolás Quialana a 70 metros.

Como se aprecia en la Figura 5, la Ciénega es el municipio con los pozos concesionados con mayor volumen de extracción, al ubicar dos de los 6 pozos en los primeros lugares, con 370,000.00 y 341,327.00 m<sup>3</sup> de agua al año; aunque también cuenta con la unidad de riego con el menor volumen de extracción (181,653 m<sup>3</sup>/ año). San Nicolás Quialana cuenta con el segundo pozo con menor volumen de extracción, cuyo volumen es 1.97 veces menor al reportado en el pozo de mayor volumen de la Ciénega. Esto se asocia al hecho de ser uno de los pozos más profundo (90 m.) debido a la disponibilidad del agua en el manto freático más cercano. Por su parte, Santa Catarina Quiané tiene pozos con una extracción similar, los cuales aseguran una disponibilidad equitativa para los agricultores en ambas unidades de riego. Dicha situación difiere de la existente en San Nicolás Quialana, puesto que los pozos de agua cuentan con volúmenes distintos para los agricultores de su zona.

La disponibilidad del agua en las tres comunidades es distinta. Esto debido a que San Nicolás Quialana es la población que cuenta con los pozos más profundos, al reflejar que la captación de agua de los mantos freáticos está más alejada que en la Ciénega y en Quiané, donde a 50 o 60 metros es posible encontrar agua. Sin duda, la profundidad de los pozos no asegura mayor cantidad de agua para extraer, ya que depende de la recarga del manto freático, de la capacidad de la bomba, entre otros factores.

**Figura 5. Características de los pozos profundos de tres comunidades de estudio del distrito de Zimatlán, 2019.**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la base de datos de la Ciénega de Zimatlán, Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana, 2019; y el Registro Público de Derechos de Agua (REPD), 2019.

Retomando la información de los volúmenes de extracción, es importante destacar que el número de socios inscritos en las unidades de riego no guarda una relación directa con dicho volumen, ya que como se observa en la Tabla 1, la unidad con mayor volumen de extracción (pozo 4) cuenta con menos agricultores que el pozo 2, donde se reporta un total de 240 socios; y el pozo 3 con 166. Cabe mencionar que, de acuerdo con la información otorgada por los comités de riego el número de socios no se debe a la capacidad de extracción sino a la superficie de terreno que logra regarse con la bomba de agua y lo permitido en la concesión. Además, todos los socios o agricultores tienen la obligación de asegurar las

fechas de riego ante su respectivo comité de agua, quienes organizan la dispersión de este recurso de acuerdo con las necesidades de los solicitantes.

**Tabla 1. Número de socios por unidad de riego en las comunidades de estudio, 2019.**

Comunidad de estudio	Número de la unidad de riego	Volumen de extracción de agua (m3 anuales)	Número de socios (agricultores)
Ciénega de Zimatlán	2	292,000.00	240
	3	341,327.00	166
	4	370,000.00	102
	5	240,000.00	74
	9	181,653.00	60
	12	325,725.00	38
Santa Catarina Quiané	2	324,000.00	87
	3	319,500.00	77
San Nicolás Quialana	15	187,330.00	80
	1	332,292.00	104

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Ciénega de Zimatlán, Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana, 2019; y el Registro Público de Derechos de Agua (REPD), 2019.

En general, la forma de operar en cada unidad de riego es el resultado de acuerdos por asamblea, como son: horas de riego, líneas de aspersión con 25 o 30 aspersores, preferencia al agricultor en función del cultivo sembrado, entre otros. Cabe destacar que en el territorio de estudio se ha percatado de una reducción en los niveles de agua disponible, sobre todo en la temporada de estiaje, donde resulta necesario emplear más horas de riego y mayor consumo de luz eléctrica, en el caso de los agricultores. Por ello, el riego agrícola oscila entre 5 u 8 meses al año, según las condiciones climáticas anuales, incluso cuando la temporada de lluvia es reducida o nula, se recurre al riego para evitar la pérdida de los cultivos sembrados.

Queda claro que, el aprovechamiento de los afluentes de agua está en función del uso otorgado. Además, la pérdida de dicho recurso natural es un efecto del aprovechamiento de los recursos naturales con los que cuenta el territorio de estudio, al igual que con el aprovechamiento de los mantos freáticos para la construcción de pozos de riego.

### Sistema agrícola

De acuerdo con la información captada en las entrevistas, el municipio de la Ciénega de Zimatlán cuenta con un aproximado de 700 pequeños agricultores, que representan al 90% de la población. Dichos agricultores cultivan alfalfa, caña, frijol, maíz, repollo, rábano, lechuga, entre otros, como productos de riego; y maíz y frijol de temporal, productos que son mayormente para el autoconsumo familiar. Se aprovecha entre un 30-50% de la producción para su venta en mercados de la región, como son: Zaachila y Zimatlán, para comercializar pacas de alfalfa; y en la Central de Abastos únicamente para la venta de caña. Cabe mencionar que la alfalfa es el principal cultivo en este municipio por ser el más rentable económicamente para los agricultores de este municipio.

En el municipio de Santa Catarina Quiané, existen alrededor de 500 pequeños productores dedicados a sembrar maíz, frijol, calabaza y alfalfa, además de cosechar tomate en invernadero. El cultivo más importante es el maíz que se utiliza, mayormente, para autoconsumo. A diferencia del resto de los productos se comercializan de manera local, excepto el tomate que se vende en el mercado de Oaxaca. Se reportó que alrededor de 25 familias cuentan con huertos familiares, tipo invernadero, de donde obtienen productos para venta y autoconsumo como son: orégano, cilantro, perejil, entre otros.

En la agencia San Nicolás Quialana, se estima un total de 200 pequeños productores, que emplean la mayor parte de su producción para autoconsumo, y una mínima parte para venta en el mercado de Zimatlán o de manera local, en caso de ser necesario comercializar el producto. Los principales cultivos en esta agencia son maíz, frijol, calabaza, tomate y alfalfa, siendo este último únicamente de riego. El maíz es el cultivo más importante para los agricultores, por ser para autoconsumo de los miembros del hogar.

### Principales cultivos

Parte de la pérdida de patrimonio biocultural también está relacionada con la reducción de cultivos cosechados, ya que, de acuerdo a los datos reportados por el Sistema de Información Agroalimentario del año 2009 al 2016 es posible apreciar la reducción en las superficies sembradas y por ende el valor de su producción.

Como se observa en la Tabla 2, en la Ciénega de Zimatlán la mayoría de los cultivos reportados en 2009 disminuyeron la superficie cosechada y por ende el resto de los indicadores para el año 2016, al reducirse un 78% el frijol negro, 71% la alfalfa y la caña de azúcar; 46% el maíz forrajero, 42% maíz de grano y 40% el tomate rojo saladette; no así en el caso del tomate rojo de invernadero que aumentó en un 43% su superficie cosechada. A pesar de la reducción reportada por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Social (SADER), el precio medio rural por tonelada en algunos cultivos aumentó, ejemplo de ellos son los de la alfalfa y la caña de azúcar. Por el contrario, en el resto de los cultivos se reportó una reducción significativa que osciló entre 12% y 49%.

**Tabla 2. Comparación de cultivos sembrados en el año 2009 y 2016 en la Ciénega de Zimatlán, Oaxaca.**

Cultivos	Alfalfa verde		Caña de azúcar		Frijol otros negros		Maíz forrajero en verde		Maíz grano blanco		Tomate rojo invernadero		Tomate rojo saladette	
	2009	2016	2009	2016	2009	2016	2009	2016	2009	2016	2009	2016	2009	2016
Superficie sembrada (Ha)	332.0	95.0	77.0	17.0	123.0	27.5	109.0	59.0	1120.0	646.0	2.3	3.3	3.0	1.8
Superficie cosechada (Ha)	332.0	95.0	44.0	15.0	108.0	27.5	109.0	59.0	762.0	646.0	2.3	3.3	3.0	1.8
Superficie siniestrada (Ha)	0.0	0.0	33.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	358.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Producción (Ton)	26560.0	7467.0	1540.0	517.5	80.6	20.9	2765.0	2134.5	886.6	794.2	583.7	756.6	58.5	49.9
Rendimiento obtenido (Ton/Ha)	80.0	78.6	35.0	34.5	0.8	0.8	25.4	36.2	1.2	1.2	259.4	227.9	19.5	28.5
Precio medio rural (\$/Ton)	360.0	415.4	383.5	423.0	3650.0	1879.5	3365.2	3882.9	9301.1	8201.8	13765.1	9213.7	8150.0	6990.4
Valor de la producción (Miles de pesos)	9561.6	3101.8	1060.5	902.9	5621.0	972.7	2983.7	3083.7	5429.1	6205.8	1109.1	192.9	476.8	348.9

Fuente: Datos del Sistema de Información Agroalimentario de Consulta (SIACON-NG), 2009 y 2016.

No obstante, de acuerdo con la información brindada por la presidente municipal, el territorio de estudio ha optado por sembrar alfalfa, ya que es un cultivo rentable que se aprovecha hasta por 4 años y se comercializa en forma de paca, semilla o en pie a revendedores de los mercados de Zimatlán o Oaxaca, o

en los mercados de Ocotlán, Zaachila y San Antonino Castillo Velasco; al igual que los excedentes de maíz o frijol.

En la comunidad Santa Catarina Quiané se observa el mismo comportamiento que en la Ciénega de Zimatlán, ya que en el periodo de 7 años (2009-2016) la siembra de cultivos se fue a la baja, innovando con la siembra de 2 ha. de tomate rojo (jitomate) saladette para el año 2016, con un precio por tonelada por debajo del asignado al cultivo de tomate sembrado en invernadero. Como se observa en la Tabla 3, el maíz y alfalfa verde son cultivos que reportaron la reducción más baja de las siembras en el periodo evaluado, al disminuir en un 21.41% y 27.5%, respectivamente. Para el año 2009, el cultivo de maíz grano blanco resultó ser el más afectado, al reportar una superficie siniestrada equivalente al 84.6% del total de hectáreas cultivadas. A pesar de la pérdida, el rendimiento de toneladas por hectáreas obtenido fue favorable, ya que supera 2.4 veces el rendimiento reportado para el año 2016.

**Tabla 3. Comparación de cultivos sembrados en el año 2009 y 2016 en Santa Catarina Quiané, Oaxaca.**

Cultivo	Alfalfa verde s/clasificar		Frijol otros negros		Maíz grano blanco		Tomate rojo (jitomate) invernadero		Tomate rojo (jitomate) saladette	
	2009	2016	2009	2016	2009	2016	2009	2016	2009	2016
Superficie sembrada (Ha)	60.0	43.5	99.0	31.1	1018.0	800.0	1.1	0.1	0.0	2.0
Superficie cosechada (Ha)	60.0	43.5	59.0	31.1	157.0	800.0	1.1	0.1	0.0	2.0
Superficie siniestrada (Ha)	0.0	0.0	40.0	0.0	861.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Producción (Ton)	4800.0	3406.1	48.0	25.5	400.8	863.6	273.0	22.0	0.0	56.7
Rendimiento obtenido (Ton/Ha)	80.0	78.3	0.8	0.8	2.6	1.1	260.0	220.0	0.0	28.4
Precio medio rural (\$/Ton)	360.0	415.0	14205.0	9019.1	3362.7	3751.4	9369.1	6315.0	0.0	5435.0
Valor de la producción (Miles de pesos)	1728.0	1413.3	681.1	230.2	1347.6	3239.9	2557.8	138.9	0.0	308.2

Fuente: Datos del Sistema de Información Agroalimentario de Consulta (SIACON-NG), 2009 y 2016.

Además, de acuerdo con la información recabada con los agricultores, se sabe que los excedentes del maíz, el frijol y el cultivo de alfalfa, se venden de manera local o en el mercado de Zaachila y Oaxaca, sin embargo, los pequeños productores se enfocan mayormente a la producción para autoconsumo.

A diferencia de los municipios antes descritos, San Nicolás Quialana por ser localidad del municipio de Zimatlán carece de información puntual referente a sus principales cultivos. Por ello, se hará referencia a los datos reportados a nivel municipal, que reflejan parte de los cultivos sembrados en dicha localidad. Ejemplo de ello son la alfalfa, el frijol y el maíz, que como se observa en la Tabla 3, son cultivos básicos que cubren grandes superficies de siembra. Los datos reportados del 2009 al 2016, reflejan que se ha mantenido la siembra de alfalfa entre productores, la cual ha aumentado su precio medio rural en un 14.3%.

La reducción de las hectáreas de siembra fue más notable en los cultivos de frijol, maíz grano blanco, tomate rojo saladette y tomate verde, al disminuir en un promedio del 50% la superficie sembrada. De estos cultivos, los precios más vulnerables fueron los del frijol y el tomate rojo, al disminuir su valor en un 36.04% y 26.46%, respectivamente, en el periodo evaluado. Aunado a ello, se percibe que la producción de tomate rojo en invernadero tiende a aumentar, ya que para el año 2016, las cifras superaron 4.3 veces más la superficie sembrada para el año 2009, como se muestra en la Tabla 4.

Sin embargo, de manera particular en San Nicolás Quialana, el maíz es el principal producto de consumo entre la población, producto que regularmente se vende en Zimatlán o de manera local, ya que entre pobladores se reconoce a las familias productoras de maíz, así como de los que cosechan frijol o alfalfa.

**Tabla 4. Comparación de cultivos sembrados en el año 2009 y 2016 en San Nicolás Quialana, Oaxaca.**

Cultivo	Alfalfa verde s/clasificar		Caña de azúcar fruta s/clasificar		Frijol otros negros		Maíz forrajero en verde s/clasificar		Maíz grano blanco		Tomate rojo (jitomate) invernadero		Tomate rojo (jitomate) saladette		Tomate verde s/clasificar	
	2009	2016	2009	2016	2009	2016	2009	2016	2009	2016	2009	2016	2009	2016	2009	2016
Superficie sembrada (Ha)	142.0	142.0	0.0	18.0	900.0	459.7	12.0	11.5	7,082.0	4,850.0	2.2	9.4	18.0	9.2	16.0	8.7
Superficie cosechada (Ha)	142.0	142.0	0.0	16.0	732.0	459.7	12.0	11.5	5,784.0	4,850.0	2.2	9.4	18.0	9.2	16.0	8.7
Superficie siniestrada (Ha)	0.0	0.0	0.0	0.0	168.0	0.0	0.0	0.0	1,298.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Producción (Ton)	11,360.0	11,182.5	0.0	553.4	453.6	352.4	427.2	422.6	6,848.8	5,215.0	587.8	2,222.4	314.4	224.8	127.4	77.1
Rendimiento obtenido (Ton/Ha)	80.0	78.8	0.0	34.6	0.6	0.8	35.6	36.8	1.2	1.1	263.6	237.2	17.5	24.4	8.0	8.9
Precio medio rural (\$/Ton)	358.0	417.7	0.0	1,922.5	14,265.6	9,135.8	400.0	336.2	3,391.6	3,869.7	9,436.0	7,787.1	8,149.8	5,993.0	8,406.2	7,421.6
Valor de la producción (Miles de pesos)	4,066.9	4,670.9	0.0	1,064.0	6,470.9	3,219.2	170.9	142.1	23,228.7	20,180.3	5,546.5	17,306.1	2,562.3	1,346.9	1,070.9	572.4

**Fuente: Datos del Sistema de Información Agroalimentario de Consulta (SIACON-NG), 2009 y 2016.**

## Tenencia de la tierra

La tenencia de la tierra se refiere a los términos bajo los cuales se posee algo, es decir, los derechos y obligaciones del poseedor (Bruce, 2000). En el caso de la Ciénega de Zimatlán, los terrenos de cultivo disponibles son de tenencia ejidal y pequeña propiedad, puesto que el reconocimiento del término ejido, sufrió modificaciones. Esto al cambiar de un préstamo a campesinos sin derecho sobre la tierra, a la posibilidad de transmitirles el dominio, reconociéndolo como propiedad privada. Dicha consecuencia se debe a la reforma al artículo 27º constitucional, donde se le brinda la facultad al estado de transmitir el dominio a particulares.

Debido a ello, en este municipio, alrededor del 70% de los agricultores cuenta con terrenos de pequeña propiedad, los cuales aún son reconocidos como ejidos entre agricultores. Las tenencias ejidales y de pequeña propiedad, en promedio, se limitan a 1 ha. y 0.5 ha. por agricultor, respectivamente; que en conjunto suman 700 hectáreas y de éstas 404 se encuentran cerca del río Atoyac.

En el caso de Santa Catarina Quiané, la tenencia de la tierra es de tres tipos: comunal, ejidal y pequeña propiedad. Ésta última con la misma característica que las de la Ciénega de Zimatlán, a consecuencia de la reforma agraria. Sin embargo, este municipio se caracteriza por haber presenciado dos repartos agrarios, uno en el año 1930 y el segundo en 1973. Por esta razón, las extensiones de terreno oscilan entre 1 y 3 hectáreas, aunque las porciones de tierra resultan heterogéneas entre agricultores.

De manera similar a Quiané, San Nicolás Quialana cuenta con tierras de tipo comunal y de propiedad privada, donde en promedio, cada agricultor cultiva 0.5 hectáreas, además de hectáreas adicionales derivadas de terrenos rentados a familiares. Cabe destacar que, de las 95 hectáreas disponibles en la agencia, el 87.4% son de tipo comunal, es decir son tierras con derecho colectivo para ser utilizadas.

Un rasgo importante de los agricultores de esta agencia es la renta de terrenos de cultivo, la cual se debe a la necesidad de la diversificación y la obtención de mayores rendimientos agrícolas para el autoconsumo familiar y/o venta local.



### Transformaciones del proceso agrícola

El proceso agrícola de los productores de la Ciénega de Zimatlán tiende hacia lo tecnificado, ya que en gran parte del proceso se utiliza maquinaria. Esto indica que, desde la preparación del terreno hasta el levantamiento de la cosecha, los productores utilizan tractores, omitiendo la fertilización o fumigación del cultivo que es un proceso manual, en algunos casos. Posterior a ello y en el caso de la alfalfa, se procesa el producto de acuerdo con la forma de comercialización, utilizando una máquina para ensilar o empaquetar, puesto que la extracción de la semilla es un proceso manual, que conlleva el secado de la planta a cielo abierto. Así también, el maíz y el frijol llevan un proceso de secado al aire libre.

Tanto Santa Catarina Quiané como San Nicolás Quialana, tienden a llevar a cabo un proceso menos tecnificado que el municipio anterior, ya que el 50% del proceso completo se lleva a cabo de manera manual, al considerar la importancia de la transmisión de conocimientos y de asegurar un mayor rendimiento de los cultivos. Esta situación se fundamenta en lo reportado por Toledo (citado por Martínez, 2008) al describir que a diferencia del sistema moderno donde el conocimiento es especializado, basado en objetivos y se transmite por vía escrita, el sistema tradicional se transmite localmente y se basa en hechos y creencias de transmisión limitada. Además, se trata de un sistema que protege sus recursos naturales, al respetar la naturaleza y considerarla una entidad viva y respetada y que no está aislada de la sociedad.

Otra razón importante por la que no existe una migración total hacia lo tecnificado se debe a que, al preparar la tierra con tractor, ésta se comprime con mayor fuerza, limitando su oxigenación y el espacio para el crecimiento de la raíz de la planta. Caso contrario con el proceso manual que, al trabajar con yunta o caballo, permite una mayor superficie de contacto de la raíz con la tierra, además de la oxigenación y un mejor crecimiento de la planta, de acuerdo a la información brindada por los agricultores.

Aunado a ello, se asegura que la tradición de siembra continúe, al ser una actividad importante para las familias de estas localidades. Por esta razón, los productores consideran conveniente no migrar por completo al sistema tecnificado de la agricultura, además de considerar que la economía de las familias es vulnerable. Dicha situación se debe a la inversión en la agricultura y al bajo o nulo rendimiento de las plantas, relacionado a los cambios climáticos o las inundaciones, que limita a los agricultores en recuperar la inversión ejercida y gastar en la compra de los cultivos básicos para consumo familiar.

Cabe mencionar que otro de los cambios realizados en el proceso agrícola es la reducción en el uso de abono orgánico y optar por el uso de fertilizantes para asegurar el rendimiento de los cultivos, tanto del maíz como del frijol y la caña, ya que la mayoría de los agricultores no utilizan fertilizantes en el cultivo de la alfalfa. Actualmente, los agricultores utilizan químicos de acuerdo con cada tipo de planta y plaga a combatir, sobre todo en el cultivo de maíz, puesto que, en pocas ocasiones, se utilizan insecticidas o plaguicidas en el frijol y la alfalfa para asegurar la cosecha y lograr recuperar parte de la inversión.

Un cambio adicional en las comunidades de estudio es el sistema de riego, que pasó de rodado o por inundación a aspersión, logrando así reducir el desperdicio de agua y una mejor distribución del riego en el terreno de cultivo, según la información otorgada por los productores. Sin embargo, en Santa Catarina Quiané, la unidad de riego 2 retornó al riego rodado por falta de presupuesto e interés por recuperar el sistema de aspersión, por lo tanto, este tipo de riego se mantiene al igual que en la unidad 3.

El conocimiento empírico de los agricultores coincide parcialmente con la propuesta de la FAO (s.f) respecto a los factores que se deben considerar para seleccionar el sistema de riego más adecuado, dentro de los que destacan: el consumo de agua, calidad del agua, eficiencia de riego, dispersión de

plagas y enfermedades. La comparación entre inundación y aspersión refleja que realmente se consumen mayores volúmenes de agua en el primero, aunque tiene la bondad de trabajar sin problema con agua de mala calidad; mientras que en el segundo la presencia de partículas sólidas disminuye la eficiencia del sistema al taponar los picos de los aspersores. Además, la eficiencia del riego por aspersión es el doble que, en el sistema de inundación al reportar una relación del 80-85% entre el agua benéficamente utilizada en los cultivos y el agua total utilizada en la práctica de riego.

#### Programas de gobierno

El programa de gobierno vigente en las tres comunidades de estudio es el Programa de Fomento a la Agricultura, conocido como PROCAMPO y actualmente como PROAGRO Productivo. Esta política de gobierno está vigente desde los años 90, y ha aportado subsidios a los beneficiarios tanto para la compra de tractores, fertilizantes, semillas, entre otros; incluso apoyos económicos en caso de siniestro, que corresponden a \$750.00 pesos por media hectárea de sembradío perdida.

Actualmente, los municipios de la Ciénega de Zimatlán y Santa Catarina Quiané desconocen el número de agricultores que cuentan con este apoyo. En el caso de Quiané, se reporta que, a pesar de tener el apoyo, no se han notado grandes cambios en la agricultura, lo cual se asocia a la negligencia de los productores y el uso incorrecto de los apoyos. No obstante, en ambos municipios se considera importante la continuidad del apoyo, ya que sin él los gastos serían mayores y los pocos beneficiarios tendrían mayores dificultades para sembrar y/o cosechar.

En la agencia San Nicolás Quialana se estima un total de 200 agricultores beneficiarios del programa. Aunque, debido a que los beneficiarios representan al 50% de los agricultores de la agencia, han proliferado diversas inconformidades, desde aquellos que son beneficiarios sin contar con terrenos agrícolas o que ya no siembra sus parcelas, hasta la corrupción existente al momento de la repartición de los apoyos económicos. Por esta razón, desde el punto de vista del agente municipal, este programa debe otorgar los apoyos de manera directa al productor agrícola y no a través de terceros.

#### CONCLUSIONES

Las unidades de riego disponibles en las comunidades han permitido que las asociaciones de productores o usuarios aseguren la cosecha de productos básicos y en ciertos casos, tengan un ingreso seguro durante la temporada de estiaje. En este punto, el comité de agua de riego es un pilar importante para la gestión y disposición del agua, ya que, de lo contrario, se perderían las concesiones otorgadas y existirían inconformidades entre productores debido a la ineficiencia de los riegos, por falta de organización o por problemas en el sistema de riego. Por ello, es importante considerar los factores ambientales o humanos que pudieran afectar a los pozos y contaminar el agua disponible para los agricultores.

Las comunidades de estudio se caracterizan por ser tradicionales, puesto que la mayor parte de la población se dedica a actividades del sector primario, principalmente a la agricultura, donde participan más del 70% de los hogares. No obstante, la Ciénega de Zimatlán cuenta con una mayor fuente de ahorro, ya que además de la agricultura, la población se dedica a la cría de animales de traspatio y/o de trabajo, los cuales se venden en caso de emergencia o necesidad familiar.

El cultivo más importante en Santa Catarina Quiané y San Nicolás Quialana continúa siendo el maíz, mientras que en la Ciénega de Zimatlán es la alfalfa, al ser más redituable económicamente debido a la venta mensual de pacas dentro de los mercados de la región o de manera local. Así, los mercados regionales de mayor importancia para la comercialización de excedentes de producción agrícola son: Zaachila, Ocotlán, San Antonio Castillo Velasco, Zimatlán y Oaxaca.

En las tres comunidades de estudio se reportan tierras de cultivo mayormente con tenencia comunal y de propiedad privada, éstas como efecto de la reforma en el artículo 27 Constitucional ocurrida en 1992. Aunado a ello y derivado de los repartos agrarios, Santa Catarina Quiané es el municipio con mayores extensiones de terreno por agricultor. Sin embargo, la Ciénega de Zimatlán es uno de los municipios con mayor superficie agrícola y mayor número de unidades de riego, además de contar con el mayor porcentaje de agricultores que trabajan terrenos de propiedad privada.

En cuanto a las estrategias de adaptación en la agricultura, logró evidenciarse que en las comunidades de estudio se ha implementado el uso de tractor desde años atrás y, actualmente, el uso de maquinaria moderna incluso para el corte, ensilado o empaquetado de los productos agrícolas, con la finalidad de agilizar el trabajo de los agricultores., como sucede en la Ciénega de Zimatlán. El cambio en el sistema de riego es otra de las estrategias implementadas por los agricultores, como medida de aprovechamiento del agua disponible y aseguramiento de la recarga de mantos freáticos, sin embargo, la economía de los agricultores y la disposición para mejorar estos sistemas juega un papel importante. En consecuencia, los sistemas agrícolas tradicionales de estas comunidades tienden a adaptarse a las condiciones climáticas y a las necesidades de las familias, ya que se ha incorporado el uso de fertilizantes para asegurar la cosecha de los cultivos, además del uso de tractores para reducir las horas de trabajo en el campo y los gastos generados durante todo el proceso agrícola. De esta manera, han logrado aprovechar su producción para el consumo del hogar, la alimentación del ganado y, en algunos casos, para la venta en mercados o plazas regionales o de manera local a intermediarios de diversos municipios o pobladores del mismo municipio.

## REFERENCIAS

### REFERENCIAS LITERARIAS

#### LIBRO

**Altieri, M.** (1999) *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo, Uruguay. Editorial Nordan- Comunidad.

**CONAGUA** (2017) *Estadísticas del Agua en México, Edición 2017*. México. Comisión Nacional del Agua y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**IICA** (2017) *El agua para la agricultura de las Américas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*. México. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Colegio de Posgraduados y Fundación Colegio de Posgraduados.

**Ordoñez, J.** (2011). *Aguas subterráneas- acuíferos*. Lima-Perú. Editorial Sociedad Geográfica de Lima-Fondo Peruano para el Agua.

**Toledo, V. y Barrera-Bassols, N.** (2008). *La memoria Biocultural*. La importancia de las sabidurías tradicionales. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. Icaria Editorial.

**Pretty, J.** (1995), *Regenerating agriculture: policies and practice for sustainability and self-reliance*, Earthscan, Londres. Joseph Henry Pres.

**Banco Mundial** (2002). *Protección de la calidad del agua subterránea*. Guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales. Ediciones Mundi- Prensa, México.

## CAPITULO DE LIBRO

**Cumare, M. y Baduel, D.** (2008) "Impactos ecológicos de la agricultura moderna" en Ministerio del Poder Popular para la Educación (ed.), *Compendio sobre agroecología Volumen I*. Caracas.

**SEMARNAT** (2016) "Agua", en Dirección General de Estadística e Información Ambiental (ed), *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde*. Edición 2015. México.

## ARTICULO DE REVISTA

**Ayala, A. y García, R.** (2009). "Contribuciones metodológicas para evaluar la multifuncionalidad de la agricultura campesina en la Meseta Purépecha", en *Economía, Sociedad y Territorio*. Vol. 9. No.31. Pp.759-801.

**Bruce, J.** (2000). "Conceptos sobre tenencia de la tierra", en *Tenure Brief*. No. 1-S. pp. 1-8.

**Gliessman, S., Rosado, F., Guadarrama, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Méndez, V., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., y Jaffe, R.** (2007). "Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad", en *Ecosistemas*, 16 (1): 13-23.

**Hernández, E.** (1988). "La agricultura tradicional en México", en *Comercio Exterior*. Vol. 38. No. 8, Pp. 673-678.

**Martínez, R.** (2008). "Agricultura tradicional campesina: características ecológicas", en *Tecnología en Marcha*, (21) 3: 3-13.

**Ramírez, R.** (2010). "La vulnerabilidad territorial del liberalismo mexicano", en *Desarrollo regional y urbano*, Calva, L. (coord.). Consejo Nacional de Universitarios. Vol. 13. pp. 251-272

**Ramos-Herrera S., Broca-Martínez L.F., Laines-Canepa J.R. y Carrera-Velueta J.M.** (2012) "Tendencia de la calidad del agua en ríos de Tabasco, México", en *Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY*, 16(3), 207-217.

## CONFERENCIAS

**Bravo-Inclán, L., Izurieta, J. y Hernández, R.** (2014). "Diagnóstico de calidad del agua y grado de contaminación en el río Atoyac Oaxaca". Centro Internacional de Negocio. XXXIV Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), del 2 al 6 de noviembre, Monterrey, N.L.

## REFERENCIA ELECTRÓNICA

**FAO** (s. f.). "La biodiversidad para el mantenimiento de las funciones de los agroecosistemas", en Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [En línea]. México, disponible en <http://www.fao.org/3/i0112s/i0112s02.pdf>. [Accesado el día 18 de diciembre de 2018].

(s. f). "Los sistemas agrícolas y la pobreza". en Sistemas de Producción agropecuaria y pobreza, [En línea]. México, disponible en [http://www.fao.org/farmingsystems/index\\_es.htm](http://www.fao.org/farmingsystems/index_es.htm) [Accesado el día 22 de marzo de 2019].

(s. f). “Factores que se deben considerar para seleccionar el sistema de riego más adecuado”, en Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [En línea]. México, disponible en <http://www.fao.org/3/aj470s/aj470s02.pdf> [Accesado el día 17 de mayo de 2019].

**IGRAC** (2015). “Agua subterránea”, en International Groundwater Resources Assessment Centre, [En línea]. Países Bajos, disponible en <https://www.un-igrac.org/es/qu%C3%A9-es-agua-subterr%C3%A1nea> [Accesado el día 26 de febrero de 2019].

**Leaños, I.** (2006). “Maíz transgénico en México: una amenaza a la biodiversidad”, en Colección de Tesis Digitales, Universidad de las Américas de Puebla, [En línea]. México, disponible en [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lri/leanos\\_i\\_ix/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lri/leanos_i_ix/capitulo1.pdf) [Accesado el día 04 de enero de 2019].